

Opinnäytetyö (AMK)

Insinööri

ENPOS12

2018

Risto Kiviharju

**ASETUSAIKOJEN  
KEHITYSPROJEKTI  
HYDORING OY: N  
MONITOIMISORVEILLE**

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Energia- ja polttomoottoritekniikka

2018

Risto Kiviharju

# ASETUSAIKOJEN KEHITYSPROJEKTI HYDORING OY:N MONITOIMISORVEILLE

Läpäisy aika on hyvä mittari yrityksen tehokkuudesta. Läpäisy aikaan vaikuttaa sarjakoot ja koneiden tehokkuus. Kuitenkin ehkä tärkein vaikuttava asia on koneiden käyntiaste. Jotta koneiden käyntiaste olisi korkea, pitää asetus aikojen olla lyhyitä.

Opinnäytetyössä keskityttiin tutkimaan asetus aikoja ja asetustyötä. Erityisesti keskityttiin ulkoiseen asetus aikaan eli tehtäviin, joita voidaan suorittaa edellisen sarjan ajon aikana. Asetusten aikana jalostava työ on tietyissä pisteissä pysäytettävä. Asetus aikojen lyhentämiseksi näiden pysähdysten keston minimointi on keskeistä. Opinnäytetyössä keskityttiin lyhentämään asetus aikoja erityisesti karsimalla kaikki turha ja ylimääräinen asetusten aikainen työ.

Opinnäytetyön aikana löydettiin parannuskohteita ja -keinoja, joita pystyttiin ottamaan heti käyttöön. Pilottikoneille saatiin hankittua muun muassa apuvälineitä, jotka nopeuttavat asetusten tekoa. Osa parannuksista jäi vielä tulevaisuuteen, mutta yritys sai opinnäytetyöstä ajatuksia ja pohjaa suunnitelmalle koneistuksen tehostamiseen jatkossa.

ASIASANAT:

asetus, koneistus, läpäisy aika

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

2018 | 29

Risto Kiviharju

## DEVELOPMENT PROJECT OF MULTIPURPOSE LATHES' SETTING TIMES FOR HYDORING OY

Lead-time is a good indicator of how effectively a company works. The lead-time is affected by lot sizes and the efficiency of machines. However, the capacity utilization rate affects lead-time the most. For the lead-time to be high, the setting times must be short.

In this thesis, the focus was to shorten the setting time. Especially the external setting time that can be executed during the previous lot, was focused on. During the setup work, processing work must be stopped at certain points. In order to shorten the setting times these halt times should be kept as short as possible. In this thesis was focused to shorten the setting time especially by trimming all the useless and unnecessary work during the setup work.

In the making of this thesis, methods and improvement targets were found. Some corrective actions could be taken in use immediately. Some of the improvements were postponed but the company got some ideas and base for actions for developing their machining in the future.

### KEYWORDS:

Setup work, machining, lead time

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 HYDORING OY</b>	<b>8</b>
2.1 Yritysesittely	8
2.2 Toimeksianto	8
2.3 Pilottikoneet	9
2.3.1 Doosan Puma MX2500	9
2.3.2 Moriseiki NZ2000	10
2.3.3 Mazak 6300 Multiplex	10
<b>3 KONEISTAMINEN</b>	<b>12</b>
3.1 Tuotanto	12
3.2 Lastuava työstö	12
3.3 Sorvaus	12
3.4 Asetusaika	13
3.5 Sorvien työkalut	14
3.6 Sorvien kiinnittimet	14
3.7 Läpäisy aika	15
3.8 SMED-menetelmä	15
3.9 Asetuskustannukset	18
<b>4 NYKYTILANNE</b>	<b>19</b>
<b>5 MITTAUKSET JA PARANNUSEHDOTUKSET</b>	<b>21</b>
5.1 Mittaukset lähtötilanteessa	21
5.2 Parannusehdotukset	22
5.2.1 Doosan Puma MX2500	22
5.2.2 Moriseiki NZ2000	23
5.2.3 Mazak Multiplex 6300	23
5.2.4 Yleisiä parannusehdotuksia	23
5.2.5 Parannusehdotuksia jatkoon	23
<b>Doosan Puma MX2500</b>	<b>24</b>
<b>Moriseiki NZ2000</b>	<b>24</b>
<b>Mazak Multiplex 6300</b>	<b>24</b>

<b>6 YHTEENVETO</b>	<b>25</b>
6.1 Tulokset	25
<b>Doosan Puma 2500 MX</b>	25
<b>Moriseiki NZ2000</b>	26
<b>Mazak 6300 Multiplex</b>	27
Taulukko 6. Mazak 6300 Multiplex asetusajat kehitysten jälkeen	27
6.2 Tulosten yhteenveto	28
6.3 Opinnäytetyön yhteenveto	28
<b>LÄHTEET</b>	<b>29</b>

## KUVAT

Kuva 1. Doosan Puma MX2500 ja Fastems Fanuc R2000 IB.	8
Kuva 2. Moriseiki NZ200.	9
Kuva 3. Mazak Multiplex 6300.	9
Kuva 4. Asetusaikojen parantamisen kustannusvaikutus	16

## TAULUKOT

Taulukko 1. Doosan Puma MX2500:n asetusajat lähtötilanteessa	20
Taulukko 2. Moriseiki NZ2000:n asetusajat lähtötilanteessa	20
Taulukko 3. Mazak 6300 Multiplexin asetusajat lähtötilanteessa	21
Taulukko 4.. Doosan Puma MX2500:n asetusajat kehitysten jälkeen	24
Taulukko 5. Moriseiki NZ2000:n asetusajat kehitysten jälkeen	24



# 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyön aihe on asetusajkojen kehitysprojekti Hydoring Oy:lle. Projekti tehtiin kone- ja tuotantotekniikan insinööriopintojen lopputyönä. Työ on tehty kehittämään Hydoring Oy:n monitoimisorvien toimintaa.

Asetusaika tarkoittaa koneistuksessa sarjojen välissä kuluvaa aikaa. Se on aika, joka kuluu toimenpiteisiin, joita vaaditaan uuden sarjan aloittamiseen. Nämä toimenpiteet voidaan jakaa kahteen eri osaan. Ulkoinen asetusaja tarkoittaa toimenpiteitä, jotka voidaan tehdä koneen käydessä. Sisäinen asetusaja taas on aika, joka pitää saada minimiin, koska tänä aikana kone ei tee tuottavaa työtä.

Kilpailun koventuessa nykyaikana ovat yritykset lähes pakotettuja oman toimintansa kehittämiseen ja tehostamiseen. Lämpäisyaja liittyy yrityksen tehokkuuteen tiiviisti ja koneistuksessa yksi tärkeimmistä lämpäisyajaan liittyvistä asioista on asetusajkojen pituus. Asetusaikaa tulisi siis kehittää mahdollisimman lähelle 0-asetusaikaa, jolloin asetusaja ei vaikuttaisi valmistettavien eräkokojen kannattavuuteen. Toisin sanoen ison sarjan tekeminen olisi yhtä kannattavaa tehdä kerralla tai pienemmissä osissa. Käytännössä tämä on mahdotonta, mutta asetusajkojen parantuessa tuottavuus paranee ja yrityksen tulos paranee. Asetusajkojen lyheneminen vaikuttaa positiivisesti myös työpaikalla viihtyvyyteen. Koneistajille asetustyö on useimmiten melko epämiellyttävää, joten hekin tekevät parhaansa asetusajkojen parantamiseksi.

## 2 HYDORING OY

### 2.1 Yritysesittely

Hydoring Oy on johtava kotimainen hydraulikkavalmistaja. Hydoringin tuotteisiin kuuluu hydraulisylinterit, voimayksiköt, venttiililohkot ja kiertovoitelujärjestelmät. Yritys tarjoaa hydraulikka tuotteet aina suunnittelusta, asennukseen ja huoltoon asti. (Hydoring Oy 2017).

Hydoring Oy on perustettu vuonna 1987, kun Konepaja M.Virtanen ja TR-Hydro Ky yhdistyivät. Yrityksen toimitusjohtaja on Rami Hakala, ja yritys on kokonaan Raikon perheen omistuksessa. Vuonna 2016 Hydoring Oy:n liikevaihto oli 14,1 miljoonaa. Yritys työllistää noin 105 työntekijää. Toimipiste löytyy Pöytyältä. Lisäksi konttoripaikkoja löytyy Tampereelta ja Mäntyharjulta. Vuonna 2016 Hydoring Oy sertifioi ISO 9001 ja ISO 14001 standardit. (Hydoring Oy 2017).

Asiakaskohtaiset ratkaisut ovat yrityksen valtti ja tämän vuoksi suunnittelu ja mukautuva valmistus ovat isossa osassa tuotantoa. Hydoringilla on n. 30 työstökoneetta, jotka koostuvat sahoista, sorveista ja työstökeskuksista. (Hydoring Oy 2017).

### 2.2 Toimeksianto

Tämän opinnäytetyön toimeksiantona on optimoida muutaman yritykselle tärkeän työstökoneen asetusajoja. Koneiksi valikoitui toimeksiantajan eli sylinteritehtaan tuotantopäällikkö Jussi Raikon kanssa kolme monitoimisoria. Nämä koneet olivat Mazak Multiplex, Doosan Puma MX2500 ja Moriseiki NZ2000. Tavoitteena oli parantaa kyseisten koneiden tuottavuutta ja käyntiaikoja. Koska kyseiset sorvit ovat yrityksen läpäisykyvyn ja tuottavuuden kannalta keskeisiä, on tärkeää saada asetusajat mahdollisimman lyhyeksi, jotta koneet tuottavat mahdollisimman paljon. Tarkoituksena on hakea kehityskohteita, joihin pystytään heti vaikuttamaan, mutta myös katsoa parannusehdotuksia pitkällä tähtäimellä, jotta yritys pystyy kehittymään myös jatkossa.



## 2.3 Pilottikoneet

Pilottikoneet valittiin yhdessä sylinteritehtaan tuotantopäällikön ja koneistuksen työjohdon kanssa. Pilottikoneiksi valikoitui kolme monitoimisorvia, jotka ovat tärkeitä yrityksen läpäisykyvyn kannalta. Näillä sorveilla tehdään yleensä hieman isompia sarjoja, joten niillä ajetaan myös kolmessa vuorossa ja miehittämätöntä ajoa.

### 2.3.1 Doosan Puma MX2500

Doosan Puma MX2500 on monitoimisorvi, jolla pystytään ajamaan kappaleen kahta eri vaihetta samanaikaisesti ensimmäisellä ja toisella karalla. Sorvissa on 80 työkalun maksiini ja 12 työkalun revolveri. Tällä koneella ollaan yrityksessä päästy tilanteeseen, että uusia ohjelmia pitää syöttää melko harvoin ja tietyt osat kiertävät tällä sorvilla. Tällä sorvilla tehdään pääosin 50 mm – 110 mm halkaisijaltaan olevia osia.

Doosan Puma MX2500:n kappaleen vaihdossa on käytössä Fastems Fanuc R2000 IB-robotti. Robotti toimii konenäöllä. Robotin tarttumapäässä on kamera, joka keskittää kappaleen ennen sen poimimista. Konenäkö toimii 2D-näöllä, jolloin paikoitus onnistuu suoraan kappaleiden yläpuolelta. Kappaleiden pitää olla järjestetty lavalle ohjelmaan merkityllä tavalla 2 cm lavan reunoista. Ohjelma määrittää myös kappaleiden välisen mitan.



Kuva 1. Doosan Puma MX2500 ja Fastems Fanuc R2000 IB. (Kiviharju, 2017).

### 2.3.2 Moriseiki NZ2000

Moriseiki NZ200 on CNC-sorvi, jonka työkalut ovat kahdessa revolverissa. Työkalupaikkoja on yhteensä 16+16. Noin kolme metriä pitkä molemmista päistä kärkisorvattu tanko syötetään tangonsyöttölaitteella automaattisesti sorville. Sorvilla toimii siis tangon syötin, joka syöttää tankoa koneeseen. Sorvilla pystytään ajamaan kappaleen kahta eri vaihetta samaan aikaan molemmissa koneen päissä. Asetuksissa auttaa se, että uusia ohjelmia pystytään syöttämään ajon aikana koneelle. Tällä sorvilla käytetään myös pikakiinnittämiä, minkä ansiosta työkalujen vaihto on nopeaa.



Kuva 2. Moriseiki NZ200 (Kiviharju 2017).

### 2.3.3 Mazak 6300 Multiplex

Mazak Multiplex 6300 on CNC-sorvi, jossa työkalupaikkoja on kahdessa revolverissa yhteensä 12+12 kappaletta. Uusi ohjelma pystytään syöttämään edellisen sarjan ajon aikana. Sorvissa on pääkara ja vastakara, joten osia pystytään ajamaan kappaleen kahta eri vaihetta samanaikaisesti. Sorvista löytyy pyörivät työkalut ja Y-akseli. Tällä sorvilla uusia ohjelmia pitää syöttää vielä melko usein, mutta tilanne on kuitenkin menossa parempaan päin.

KoSorvin yhteydessä aihoiden käsittelyyn on manipulaattori Mazatrol matrix 2. Manipulaattori toimii hyvin sorvin kanssa yhteen ja nopeuttaa koneistamista huomattavasti. Manipulaattoriin vaihdetaan omat leuat ja ahiot on syötettävä käsin manipulaattorin pitimiin.



Kuva 3. Mazak Multiplex 6300 (Kiviharju 2017).

## 3 KONEISTAMINEN

### 3.1 Tuotanto

Tuotanto yhdellä työstökoneella voidaan jakaa seitsemään eri osioon. Näistä seitsemästä osiosta muodostuu aikaa, joka kuluu kappaleen tekemiseen käytännössä.

Siirtoaika tarkoittaa kappaleen siirtymistä edellisestä vaiheesta tai työasemalta työpisteelle. Kappale jonottaa työpisteellä omaa vuoroaan ja odottaa asetusajan. Prosessiaika tarkoittaa varsinaista työstöä. Erän odotusajalla tarkoitetaan kappaleen odottamista, eli käytännössä koko sarjan valmistumista. Odotusaika erässä taas osan odotusaikaa sarjassa. Jos komponentti odottaa asentamista varten tarvittavaa toista osaa, kutsutaan aikaa parin odotusajaksi. Esimerkiksi hitsauksessa putki saattaa odottaa nippojen valmistumista. (Uitto 2015).

### 3.2 Lastuava työstö

Lastuava työstö eli koneistus tarkoittaa kappaleiden muokkaamista poistamalla aihioista lastujen muodossa haluttu määrä ainesta. Lastuavassa työstössä käytetään hyväksi erilaisia työvälineitä ja koneita. Koneistamalla saadaan valmistettua hyvin erilaisia kappaleita. Lastuamista voidaan tehdä käyttäen hiomarakenteita tai teriä. Lastuavan työstön keskeisimmät menetelmät ovat poraus, kierteitys, hionta, aventaminen, jyräily, sorvaus ja sahaus. Koneistamalla pystytään valmistamaan tarkkoihinkin toleransseihin määritellyjä osia. Yleisimpiä ovat muun muassa laipat, akselit ja hammaspyörät. (Lallukka 2014, 10).

### 3.3 Sorvaus

Nykyisen sorvaamisella tarkoitetaan yhä useammin numeerisesti ohjattavia sorveja eli NC-sorveja. NC-sorvi on tehokas sekä sarja- että yksittäiskappaleiden työstämisessä.

NC-sorveilla pystytään työstämään haastavia geometrisia muotoja ja nykyisin myös kahta vaihetta samanaikaisesti. Tämän vuoksi on tärkeää, että sorvit toimivat tehokkaasti, joten asetusajat pitää saada mahdollisimman lyhyiksi. (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 192-193.).

Erilaisia sorvityyppejä ovat kärkisorvi, Nc-sorvi, automaattisorvi, tasosorvi, pystysorvi ja monitoimisorvi. Eri tyyppisiä käytetään erilaisten sarjojen ja kappaleiden valmistukseen. Isot sarjat on helppo valmistaa nykyisillä monitoimi- ja automaattisorveilla. Näissä kuitenkin asetusajat ovat pitkät, minkä takia konepajateollisuudessa kärkisorveilla on edelleen keskeinen asema erityisesti pienten sarjojen valmistuksessa. (Peltomaa 2015).

Sorveilla valmistetaan yleisesti osia, jotka ovat ympyränmuotoinen poikkileikkaukseltaan koko pituudeltaan. Kappale pyörii akselinsa ympäri, ja lastun irtoaminen tapahtuu erilaisia teriä apuna käyttäen. Monitoimisorveilla voidaan myös jyrsiä kappaleita, mikä tuo mahdollisuuksia kappaleiden muotoon, jolloin kappaleen ei tarvitse olla poikkileikkaukseltaan ympyrän muotoinen koko mitaltaan. Esimerkiksi hydraulikkasyylintereissä tarvittavia korvakkeita pystytään valmistamaan monitoimisorvilla tämän ansiosta. Tarvittava voima lastun irtoamiseen tulee kappaleen pyörimisliikkeestä ja terän liikkeestä. (Lallukka 2014, 19).

### 3.4 Asetusaika

Asetusajalla tarkoitetaan aikaa, joka kuluu edellisen valmistuserän hyväksyttävästä kappaleesta seuraavan sarjan ensimmäisen hyväksyttävän kappaleen valmistumiseen. Asetusajalla tarkoitetaan myös aikaa, jolloin kone ei tuota mitään. Erityisesti Hydoring Oy:n kaltaiselle joustavalle valmistajalle, jonka valmistuserät ovat yleensä melko pieniä, asetusajat eivät saisi olla kovin pitkiä. Sorville asetus aika koostuu leukojen ja työkalujen vaihdosta, aihoiden valmistelusta ja ohjelmoinnista. Erän valmistumisen aikana tehtävä kappaleiden vaihto ei kuulu asetus aikaan, eli asetukset tehdään vain kerran tuotantoerän aikana. Pieniä valmistuseriä tehtäessä asetus aikojen venyminen laskee koneen kuormitusastetta ja näin huonontaa tuottavuutta. Isojen sarjojen tekeminen taas kasvattaa varastoinnin tarvetta. (Haverila ym. 2005, 406.)

### 3.5 Sorvien työkalut

Sorvin työkalut koostuvat teräpalasta, terävarresta ja teräpitimestä, joka kiinnittää terän työkalurevolveriin. Teräpalojen kiinnittämiseen on kehitetty useita eri kiinnitysmekanismeja. Tavallisimpia ovat kiinnitysruuvit ja kiinnitysvivut. (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 196-198.)

Työkalut sijoitetaan NC-sorveilla työkalurevolveriin ja makasiiniin. Työkalujen valintaan vaikuttaa terän kiinnitysmenetelmä, työkalun koko, teräpalan muoto, teräpalan koko, nirkonsäteen valinta, teräpalan tyyppi, terämateriaali ja lastuamisarvot. Nykyisin tehokkaassa työstössä käytetään käännettäviä teräpaloja. Tämä helpottaa ajon aikana tapahtuvaa terien valvontaa ja vaihtoa. (Aaltonen ym. 1997, 179.)

### 3.6 Sorvien kiinnittimet

Sorveissa kappaleet kiinnitetään yleisesti automaattisesti itsekeskittävillä istukoilla leukoihin. Leuat voivat olla pehmeitä tai kovaksi karkaistuja. Kovia leukoja käytetään niiden kestävyys takia. Pehmeitä leukoja käytetään, jos kappaleessa on tarkkoja mittavaatiimuksia. Puoliautomaattiset voimaistukat ovat yleisimpiä NC-sorveissa. Operaattori ohjaa istukkaa erillisellä jalalla painettavalla katkaisijalla, joten käsillä on helppo käsitellä työstettävää kappaletta. Sorvissa voi olla myös tangonsyöttölaite, joissa käytetään välillä kartiokiristeisiä hydraulisia istukoita. Näissä on kuitenkin pieni kiinnitysvara, jota joudutaan vaihtamaan tangon halkaisijan muuttuessa ja tämä muodostaa ongelman asetus-aikojen kanssa. (Aaltonen ym. 1997, 187.)

Pitkiä kappaleita, lähinnä akseleita, sorvattaessa voidaan käyttää myös kärkipylkkää, jotta vältetään kappaleen vääntymiseltä. (Aaltonen ym. 1997, 188-189.)

Osissa kappaleista myös joudutaan tekemään erilliset kiinnittimet, jos ei kappaletta saada muuten leukoihin kiinni. Näitä syitä voivat olla sorvattavan pinnan epäkeskisyys tai kiinnityspinnan epäsymmetrisyys. (Ansaharju & Maaranen 1997, 200-201.)

Kiinnittimet tulisi valmistaa niin, että ne keskittyvät aina vaihtokerralla mahdollisimman samaan paikkaan. Näin 0-kohtaa ei tarvitsisi hakea uudelleen saman tuotteen toistuksessa. 0-kohta merkittäisiin muistiin ja saadaan syötettyä koneen parametreihin toistuvaa tuotetta tehtäessä. (Harmon & Peterson 1990, 186.).

### 3.7 Läpäisy aika

Yleisesti läpäisy aika tarkoittaa aikaa, jonka prosessi vaatii työn saapumisesta osastolle työn lähtemiseen osastolta. Läpäisy aika voidaan jakaa myös kahteen eri luokkaan. Kokonaisläpäisy aika tarkoittaa aikaa tilauksen saannista toimitukseen asti. Valmistuksen läpäisy aika taas aikaa, joka kuluu työn valmistamiseen. Läpäisy aikaa pidentävät erityisesti työvaiheiden välissä olevat odotusajat, joten tähän vaikuttaa erityisesti asetusaikojen pituus. (Haverila ym. 2005, 401.).

Tuotteen läpäisy aika vaikuttaa erityisesti toimitusaikaan. Jos yrityksellä on pitkä läpäisy aika tarkoittaa se yleensä, että tuotteita on varastoitava ja tämä lisää turhaa varastonarvon kasvua. Varastointi kasvattaa myös sarjojen kokoa, mikä helposti johtaa sarjojen keskeytymiseen ja kasvattaa pääoman sitoutumista. (Haverila ym. 2005, 403-404.)

Läpäisy aika vaikuttaa siis myös eräkokoihin. Eräkokojen pienentämisellä saadaan monia etuja. Yrityksen pullonkaula koneet ja muuten tärkeät työstökoneet eivät ole pitkään varattuja, kun saadaan eräkokoja pienemmäksi. Eräkokojen pienentämiseen mahdollisuuden antaa lyhyet asetusaajat. Kun asetusaajat saadaan lyhyiksi ei läpäisy aika ja -kyky vaarannu ja asetuksia ei tarvitse tehdä useita yhtä sarjaa kohden. (Lapinleimu ym. 1997, 58–59.)

### 3.8 SMED-menetelmä

SMED (Single-digit Minute Exchange of Die) tarkoittaa älykästä ajattelua. SMED-ajattelu erottelee asetusajan varsinaisesta koneajasta. SMED järjestelmän loi Shigeo Shingo, ja menetelmä on osa Toyota Manufacturing-systeemiä. Menetelmä on luotu erityisesti las-tuuvaa työstöä ja valssausmuottien vaihtoa varten, mutta on muokattavissa myös muihin erilaisiin operaatioihin. Shigeo Shingolle annettiin tehtäväksi parantaa tuotannon kapasiteettia ilman uusia tuotantovälineitä. Tutkittuaan asiaa Shingo huomasi, että seuraavaa työtä alettiin keräillä vasta edellisen loputtua. (Peltonen 1998).

SMED-menetelmä koostuu kahdeksasta kohdasta, joilla pystytään erottelemaan asetus-aika ja koneaika erikseen.

### **Ulkoinen ja sisäinen asetus aika**

Ulkoinen asetus aika tarkoittaa toimenpiteitä, joita suoritetaan etukäteen jo edellisen sarjan aikana, jos mahdollista. Koneistajan olisi tärkeää päästä käyttämään tätä, jolloin asetus aika lyhenisi. Edellisen sarjan ollessa käynnissä voidaan tehdä esivalmisteluja seuraavaa työtä varten. Koneistaja voi hakea tarvittavat esim. tarvittavat työkalut ja valmistella aihiot. Käytännössä kaikki asetuksiin kuuluvat tehtävät, joissa ei tarvitse koskea itse työstökoneeseen on mahdollista suorittaa edellisen sarjan aikana ja voidaan näin sisällyttää ulkoiseen asetus aikaan. Kuitenkin joitakin toimenpiteitä on pakko suorittaa sarjojen välissä koneen seisoessa ja tätä kutsutaan sisäiseksi asetus ajaksi. Esimerkiksi työkalujen ja leukojen vaihto on pakko suorittaa sarjojen välissä. (Peltonen 1998).

### **Koneajan ja asetusajan limitys**

Esivalmistelujen teko edellisen sarjan tuotannon vielä ollessa käynnissä tehostaa työtä jopa 30 - 50 %. Valmiiden kappaleiden tarkastus ja mittaus voidaan suorittaa koneen käydessä. Kun sarjan ensimmäinen kappale valmistuu, voidaan se mitata ja tarkastaa toisen kappaleen sorvauksen aikana. (Peltonen 1998).

### **Standardityökalut**

Standardityökaluilla saadaan lyhennettyä asetus aikoja huomattavasti, koska työkaluvaihtoihin kuluu vähemmän aikaa. Standardityökalut ovat siis työkaluja, joita käytetään useimmissa töissä. Standardityökaluja on tarjolla pikakiinnitysmenetelmillä, joka helpottaa työkalujen vaihtoa. Standardityökalujen käyttö vähentää näin työkalujen vaihto tarvetta sekä helpottaa ja nopeuttaa vaihtotyötä asetuksien aikana. (Peltonen 1998).

### **Kiinnitysten suunnittelu**

Kappaleen suunnittelussa otetaan huomioon, että kappale sopii kiinnittimeen suoraan. Tällä tavoin työ on mahdollisimman helppo valmistaa ja ylimääräiset työvaiheet saadaan alusta asti karsittua pois. (Peltonen 1998).



### **Esiasetetut kiinnittimet**

Seuraavan sarjan kappale kiinnitetään valmiiksi esiasetettavaan kiinnittimeen, jolloin kappaleen vaihto nopeutuu. Kappaleenvaihdon nopeutuminen ja helpottuminen vaikuttavat suoraan asetusajojen kehittymiseen. (Peltonen 1998).

### **Samanaikaiset työtehtävät**

Suuret kappaleet tulisi saada valmistettua yhdellä kiinnityksellä, jotta välttyttäisiin edestakaiselta liikkeeltä. Vähäisempien kiinnitysten tekeminen myös säästää aikaa ja parantaa mittatarkkuutta. Kun tehdään useita kiinnityksiä, joudutaan kappale paikoittamaan useaan kertaan ja. Kun kappale kiinnitetään eri pinnasta, on kappaleen paikoitus ja keskittäminen aina hankalampaa. Samanaikaisesti yhdellä kiinnityksellä tehtävät työtehtävät siis säästävät aikaa, mutta myös parantavat kappaleen laatua. (Peltonen 1998).

### **Hienosäädön poisto**

Sisäisestä ajasta noin 50-70 % kuluu kappaleen hienosäätöön. Kappale paikoitetaan noin 150 mm tavoitteena olevasta asemasta. Kappaletta on siirrettävä lähemmäs oikeaa asemaansa vaiheittain. Hienosäätövaihe tulisi poistaa ohjaimien avulla, jos mahdollista. Mittalastujen ottaminen kappaleesta on myös hienosäätöä. (Peltonen 1998).

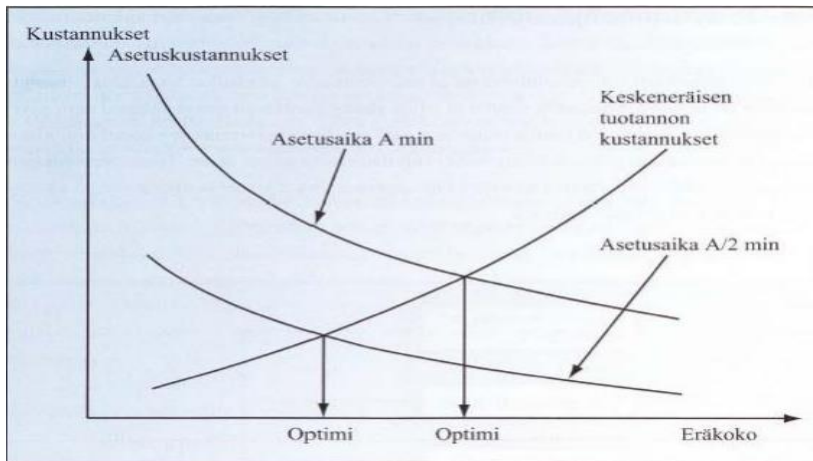
### **Mekanisointi**

Hydraulisten tai pneumaattisten pikakiinnittimien käyttöä tulisi suosia. Kappaleet pystytään kiinnittämään näillä kiinnittimillä useasta paikasta samanaikaisesti. (Peltonen 1998).

SMED-menetelmä on siis luotu suoraan asetusajojen lyhentämiseen. Tämä tuo mahdollisuuden, jossa eräkoolla ei ole merkitystä. Se vaikuttaa muun muassa yrityksen varastoinnin tarpeeseen ja läpimenoaikojen pituuteen. Yllä olevia kahdeksaa kohtaa seuraamalla saadaan lisättyä ulkoista asetusajaa ja näin pidennettyä koneaikaa. SMED-menetelmä sopii sekä jatkuvasti, että harvoin tehtävien kappaleiden kanssa. SMED-menetelmä kuitenkin vaatii koneistajilta kaikkien kahdeksan kohdan sisäistämistä toimiakseen. (Peltonen 1998).

### 3.9 Asetuskustannukset

Asetuskustannukset tarkoittavat yritykselle kohdistuvia kuluja asetusten ollessa käynnissä. Koska kone seisoo tänä aikana, aiheutuu kustannuksia. Tuotteen vaihdon aikana koituu myös henkilökustannuksia ja vaihdosta aiheutuvia kustannuksia esimerkiksi laatuviirhekustannuksia. (Krajewski 2005, 660.)



Kuva 4. Asetusaikojen parantamisen kustannusvaikutus (Haverila ym. 2005, 408.)

## 4 NYKYTILANNE

Hydoring Oy tuotanto on pääasiassa pienerätuotantoa mikä tuo omat ongelmansa asetusajojen kanssa, koska asetusajat ovat ajoaikaan verrattuna pitkiä. Opinnäytetyön alussa tilanne valituilla koneilla oli melko hyvä. Koneistajat pyrkivät tekemään esivalmisteluja ja koneilla oli paljon valmiita ohjelmia koneiden muistissa. Koska aihoiden koko vaihtelee jatkuvasti, kiinnitysten kanssa on haasteita. Lisäksi suurten aihoiden kiinnitys tuo ongelmia leukojen kokojen kanssa.

Työpisteet olivat valituilla koneilla siistit ja työkalukaapit tarpeeksi lähellä koneita. Työkalut olivat suurimmaksi osaksi pitimissä valmiina. Koneistajat yrittävät pitää työjärjestyksen järkevänä, jotta asetuksia olisi mahdollisimman vähän. Työjärjestykseen ongelmansa tuo kiireelliset työt, jotka hyppäävät työlistan kärkeen tehden järjestyksen suunnittelun vaikeaksi. Aineet kuljetetaan pääsääntöisesti koneelle valmiiksi. Koneistajat pitävät tauot aina tiettyinä ajankohtina, jolloin työ pysähtyy aina tauon ajaksi.

Esivalmisteluja tehtiin riippuen koneesta hieman eri tavoin. Jokaisella koneella oli teriä, kiinnittimiä ja leukoja merkitty. Terille löytyi kohtuullisesti kiinnittimiä, joten työkalujen rakentaminen ennen asetuksia oli mahdollista. Työkalujen kanssa ongelmia oli kuitenkin erityisesti uusien ja vähän tehtyjen osien kanssa. Muun muassa leuat olivat piilossa tai niitä ei ollut vielä tehty. Tuttujen sarjojen kanssa esivalmistelujen teko oli lähes aina laajaa ja asetukset sujuivatkin ongelmitta.

Doosan Pumalla esivalmisteluissa lähes aina järjestellään aihiot lavalle valmiiksi robottia varten. Seuraava ohjelma katsotaan valmiiksi koneelle. Työkaluja ja mittalaitteita ei oteta valmiiksi esille. Seuraavan työn työkortti katsotaan valmiiksi ja katsotaan mitä teriä mahdollisesti pitää vaihtaa. Leuat ovat kaapissa. Robottia ei ohjelmoida valmiiksi, koska tällä hetkellä ei ole tiedossa saako sitä ohjelmoitua edellisen sarjan aikana. Robotti ohjelmoidaan ensimmäisen kappaleen ollessa työn alla. Kun ensimmäinen kappale on ajettu ja hienosäätö tehty laitetaan robotin ohjelma käyntiin.

Moriseikillä (tankoautomaatti) esivalmisteluissa terät otetaan valmiiksi pöydälle. Työkortti on esillä ja katsottu valmiiksi. Työntötangon puristimet otetaan esille ja valmiiksi koneen viereen. Tangot ovat valmiina koneen vieressä. Myös leuat otetaan valmiiksi pöydälle valmiiksi. Esivalmisteluja tehdään siis paljon ja tällä koneella asetusajat olivatkin huomattavasti lyhyempiä kuin muilla mitatuilla koneilla.

Mazak Multiplexilla työkalut ja leuat otetaan pääsääntöisesti esille esivalmisteluja tehdessä. Seuraavan työn työkortti on valmiiksi katsottu ja aihiot tulevat koneelle valmiiksi. Koneella ei ole leuoille kuin yhden kiilan mikä hidastaa leukojen vaihtoa. Manipulaattorin täyttäminen vie ison osan asetusajasta varsinkin isoja sarjoja tehdessä.

Iso epäkohta mielestäni oli mittalaitteiden määrä ja sijoittelu. Suuri osa mittalaitteita oli sijoitettu yhteen paikkaan ja niitä ei ollut kaikille. Jos tietyt mittalaitteet olivat käytössä, niitä piti lainata tai odottaa, että edellinen käyttäjä ei niitä enää tarvitse.

Dokumentointi varsinkin uusien osien kanssa on tärkeää, jottei seuraavalla kerralla törmätä samoihin ongelmiin joihin ensimmäisellä kerralla on törmätty. Koska koneilla on useampi käyttäjä pitää olla dokumentointi ja ohjelmointi kunnossa, koska toiselle käyttäjälle sama sarja voi olla aivan uusi työ.

Nykytilanteeseen on mahdollista tehdä parannuksia, joilla asetusajoja saadaan lyhyemmiksi ja näin tuotantoa tehostettua. Esivalmisteluja on mahdollista tehdä enemmän, koneistajien työtapoja voidaan hieman muuttaa ja työkalujen saatavuutta lisätä. Myös työpisteiden järjestyksen muutoksella mielestäni on vaikutusta asetusajoihin.

## 5 MITTAUKSET JA PARANNUSEHDOTUKSET

### 5.1 Mittaukset lähtötilanteessa

Asetusaikojen mittaukset aloitettiin lähtötilanteesta, eli kun mitään parannuksia ei vielä ollut aloitettu ajamaan koneille. Alla olevaan taulukkoon on kerätty asetusat, jotka saatiin aloitusmittauksissa. Taulukosta nähdään ajan lisäksi mitä toimenpiteitä asetuksien aikana on tehty. Useimpien asetusten aikana oli tauko-aika, joka entisestään pidensi asetus-aikaa. Kuten taulukon ajoista nähdään piensarjatuotannossa kyseiset ajat ovat pitkiä ajo-aikaa nähden, joten asetusajojen parantaminen on oleellisessa osassa tuottavuuden parantamisessa.

Taulukko 1. Doosan Puma MX2500 asetusat lähtötilanteessa

Doosan puma 2500 MX		
Kappale	Niveltakapää 40/30	Kansi M75x2-125
Työkalu vaihtojen määrä	3	5
Leukojen vaihto	Kyllä	Kyllä
Robotin ohjelman vaihto	Kyllä	Kyllä
Aihiot asetettu valmiiksi	Kyllä	Kyllä
AIKA	2h 34min	2h25min

Taulukko 2. Moriseiki NZ2000 asetusat lähtötilanteessa

Moriseiki NZ2000			
Kappale	Nippa R3/8	Korva GE20 laakerille	Korva GE20 laakerille
Työkalu vaihtojen määrä	3	4	5
Leukojen vaihto	Kyllä	½	Kyllä
Työntangon leukojen vaihto	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Aihiot valmiina koneen vieressä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
AIKA	58min	1h 24miin	yli 4h (koulutustilaisuus)

Taulukko 3. Mazak 6300 Multiplex asetusajat lähtötilanteessa

Mazak 6300 Multiplex		
Kappale	Mäntä 180/M110x2-20, 10kpl	Aluslevy jousilaite, 192kpl
Työkalu vaihtojen määrä	6	2
Leukojen vaihto	Kyllä	Kyllä
Manipulaattorin leukojen vaihto	Kyllä	Kyllä
Aihiot valmiina koneen vieressä	Kyllä	Kyllä
AIKA	2h 19min	1h 35 min

## 5.2 Parannusehdotukset

Asetusaikoihin voidaan vaikuttaa kolmella eri tavalla. Esivalmistelujen teolla, tuotannon ohjauksella ja työpisteiden järjestyksellä saadaan asetusten teko mahdollisimman tehokkaaksi ja näin työstökoneiden tuottavuutta parannettua. Konekohtaisesti on mahdollista tehdä erilaisia parannuksia. Mittausten kanssa nähdään seuraavaksi konekohtaisesti läpikäytävien parannusten vaikutus asetusaikoihin.

### 5.2.1 Doosan Puma MX2500

Doosan Pumalla parannuksia voidaan tehdä lähes joka osa-alueella. Ensimmäisenä ehdotuksena on tyhjän kärryn hankkiminen koneelle, johon seuraavan työn leuat ja vaihdettavat terät voidaan laittaa valmiiksi. Koska koneella oleva robottimanipulaattori vaatii oman tilansa, jossa koneistajat eivät kulje kärry olisi helppo lastata turva-alueen ulkopuolella ja lykätä koneelle asetuksia tehtäessä. Mittalaitteiden rakentaminen pitäisi suorittaa edellisen työn vielä ollessa käynnissä. Robotin ohjelma tulisi syöttää jo ennen sarjan aloittamista, jotta sarja alkaa heti asetusten valmistuessa. Työkalupitimiä tarvitaan myös lisää, koska tällä hetkellä kaikille terille ei ollut valmiina ja työkaluja jouduttiin rakentamaan vasta asetusten ollessa käynnissä. Terien merkitseminen oli hieman puutteellista, joten tavoitteena olisi kaikkien terien merkitseminen.

### 5.2.2 Moriseiki NZ2000

Moriseiki (tankoautomaatti) esivalmisteluja tehdään jo nyt niin hyvin, että niissä ei ole kovasti parantamisen varaa. Tässä tapauksessa pitäisikin päästä tilanteeseen, jolloin kiireellisiä töitä ei tulisi vaan pystyttäisiin valitsemaan töitä sellaisessa järjestyksessä, että asetusten määrä on minimissä. Terät ja muut työkalut tulee jatkossakin olla valmiina edellisen työn valmistuessa. Vakioterien käyttö voisi myös nopeuttaa asetusajoja. Koneen revolverien työkalupaikat ovat kuitenkin rajalliset mikä tuo ongelmansa tähän. Mittalaitteiden valmistaminen ennen asetuksia auttaisi myös tällä koneella.

### 5.2.3 Mazak Multiplex 6300

Mazak Multiplexilla esivalmisteluja tehdään kohtalaisen hyvin, mutta erityisesti toiset kiiilat ja mittalaitteiden valmistaminen auttaisivat tällä koneella. Työjärjestys pitäisi päästä tekemään järkevästi. Manipulaattorin leukojen ottaminen valmiiksi esiin saattaisi nopeuttaa asetuksia. Vakioterien käyttö olisi myös järkevää, mutta myös haastavaa koska revolverin työkalumäärä on myös tällä koneella rajallinen. Manipulaattorin leukojen vaihtaminen ja kappaleiden syöttäminen tulisi toteuttaa vasta hienosäädön jälkeen, jolloin sarja voisi olla jo käynnissä.

### 5.2.4 Yleisiä parannusehdotuksia

Kaikilla koneilla voisi kiinnittää huomiota muun muassa taukoaikoihin. Koska tällä hetkellä pidetään tauot tiettyinä kellonaikoina voisi asetukset loppuun tekemällä lyhentää asetusajaa huomattavasti. Tavoitteena pitäisi myös olla, että kaikki terät ja leuat on merkitty. Mittalaitteiden sijoittelua voisi miettiä uudelleen. Mittalaitteita saisi myös olla enemmän, jottei niitä joutuisi ainakaan odottamaan. Lisäksi sähkötyökalujen käyttöä esimerkiksi pulttien kiristämisessä voisi olla perusteltua ainakin yrittää

### 5.2.5 Parannusehdotuksia jatkoon

Eli työssä päästiin käytännössä kokeilemaan muutamia parannuksia, jotka toimivat. Jatkossa olisikin siis tärkeää, että nämä parannukset saadaan vakituisesti käyttöön. Isoin

ongelma on kuitenkin mittalaitteiden määrä ja sijoitus. Mielestäni mittalaitteita pitäisi saada lisää ja niitä pitäisi saada lähemmäs koneita, että koneistajien ei tarvitse aina käydä hakemassa mittoja kaukaa. Pahin tilanne on silloin kun mittoja, joita ei ole kuin yksi kappale on käytössä. Tällöin koneistajan pitää, jopa odottaa mittalaitteen vapautumista.

### **Doosan Puma MX2500**

Pumalla isoimmat muutokset saatiin kärryn avulla aikaan. Eli jatkossa koneelle pitää saada oma kärry johon koneistajat saavat lastattua työkalut, joita asetusten aikana tarvitaan. Lisäksi taukojen pitoa voisi soveltaa niin, että ne pidetään koneen käydessä. Myös robotin ohjelma olisi saatava mahdollisimman valmiiksi ennen asetusten alkua. Aihioita järjesteltiin lavalle esivalmistelujen aikana kohtalaisen hyvin, mutta lavalle voisi rakentaa jiggin tätä varten jolloin järjestäminen nopeutuisi.

### **Moriseiki NZ2000**

Moriseikilla eli tankoautomaatilla tilanne pitäisi olla mahdollisimman usein sellainen, että koneistaja pääsisi valitsemaan tehtävän sarjan. Tällä tavalla voitaisiin valita aina mahdollisimman vähän asetuksia vaativa työ seuraavaksi. Vaikka koneen revolverien koko asettaa rajoituksia voitaisiin kokeilla tiettyjen vakioterien käyttöä. Tällä tavalla terienvaihto saattaisi pitkässä juoksussa vähentyä.

### **Mazak Multiplex 6300**

Mazakille uudet kiilat autoivat asetusten aikana hyvin. Isoimmaksi ongelmaksi muodostuu manipulaattorin lataamiseen kuluva aika. Isojen sarjojen kanssa esimerkiksi TET-harjoittelijoiden käyttäminen apuna voisi olla perusteltua. Myös Mazakilla taukojen pito saisi tapahtua koneen käydessä ja esivalmistelut tulisi tehdä aina mahdollisimman valmiiksi. Tällä hetkellä joitakin teriä myös joudutaan hakemaan toiselta koneelta, joten tämän voisi muuttaa niin, ettei koneistajan tarvitsisi poistua koneelta niin paljon.



## 6 YHTEENVETO

### 6.1 Tulokset

#### Doosan Puma 2500 MX

Doosan Pumalla aloitettiin kehitysten jälkeiset mittaukset heti, kun työn alle tuli mahdollisimman samankaltaisia kappaleita kuin alkuperäisissä mittauksissa oli.

Taulukko 4. Doosan Puma MX2500 asetusajat kehitysten jälkeen

Doosan puma 2500 MX			
Kappale	Takapääty HDS 40, 30kpl	Kansi 80/50, 20kpl	Pohja HD6020 40, 40kpl
Työkalu vaihtojen määrä	3	4	5
Leukojen vaihto	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Robotin ohjelman vaihto	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Aihiot asetettu valmiiksi	Kyllä	Kyllä	Kyllä
AIKA	1h 42min	1h 56min	2h 2min

Eli Doosan Pumalla saatiin parannuksien kanssa minuutteja huomattavasti pois asetusajoista. Ennen kehittämistä mittausten keskimääräinen asetus aika oli 2 tuntia 30 minuuttia eli 150 minuuttia. Kehityksen jälkeen mittausten keskimääräinen asetus aika tippui 1 tuntiin 53 minuuttiin eli 113 minuuttiin. Asetusajoista saatiin siis 37 minuuttia eli todella hyvät 24,7% pois pienillä kehityksillä. Nimenomaan tämän koneen kohdalla tavoitteet olivat korkealla, koska kehityskohteita oli eniten ja sorvi on keskeinen yrityksen läpäisykyvyn kannalta.

## Moriseiki NZ2000

Moriseikilla jouduttiin kehitysten jälkeisiä mittauksia odottamaan niin kauan, että työnalle tuli mahdollisimman pienillä asetuksilla oleva sarja. Tämä sen vuoksi, että tuotannonohjaus oli isoin kehityskohde mitä koneella oli.

Taulukko 5. Moriseiki NZ2000 asetusajat kehitysten jälkeen

Moriseiki NZ2000			
Kappale	Tiivistepesä HD2200 40/22, 60kpl	Mäntä 50, 80kpl	Nippa R1/2", 500kpl
Työkalu vaihtojen määrä	3	2	3
Leukojen vaihto	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Työntangon leukojen vaihto	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Aihiot valmiina koneen viressä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
AIKA	52min	48min	42min

Moriseikilla kehittäminen oli pilottikoneista kaikista haastavinta, koska esivalmisteluja tehtiin koneella hyvin ja koneen sijoitus on hyvä. Kuitenkin erityisesti tuotannonohjauksella myös tällä koneella pystytään asetusajoja lyhentämään. Mittalaitteiden viilauksilla ja tuotannonohjauksella käyttäen saimme asetusajat laskettua keskimäärin 47 minuuttiin. Ennen parannuskehotuksia mittauksissa asetusajojen keskimääräinen aika oli 71 minuuttia. Eli asetusajoista saatiin 24 minuuttia pois, joka tarkoittaa 34 %. Tämän koneen kanssa tämä luku ei kuitenkaan kerro aivan koko totuutta, koska tuotannonohjauksellisesti aina ei päästä ideaalilanteeseen Hydoring Oy:n kaltaisessa yrityksessä, jossa tehdään paljon piensarjatuotantoa.

## Mazak 6300 Multiplex

Mazak Multiplexilla huomasi heti toisten kiilojen helpottavan asetusten tekoa. Kehityskohteet olivat muutenkin helppoja ottaa käyttöön, joten tällä koneella päästiin nopeasti koittamaan niiden tuomaa etua.

Taulukko 6. Mazak 6300 Multiplex asetusajat kehitysten jälkeen

Mazak 6300 Multiplex			
Kappale	Mäntä MV2505 180, 16kpl	Tiivistepesä 70/45, 120kpl	Kansi HD6000 50 3/4"UNF, 20kpl
Työkalu vaihtojen määrä	5	2	4
Leukojen vaihto	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Manipulaattorin leukojen vaihto	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Aihiot valmiina koneen vieressä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
AIKA	1h 40min	1h 15 min	1h 5 min

Mazak 6300 Multiplex on myös erittäin tärkeä kone yritykselle, koska koneella saadaan tehtyä nopeasti isompiakin sarjoja. Tällä koneella myös oli kehityskohteita muutamia, joilla saatiin näkyvästi tiputettua asetusajoja. Erityisesti toisten kiilojen saaminen leukoja varten oli tärkeää. Myös tällä koneella mittatyökalujen hakeminen on aikaa vievää niiden sijoittelun vuoksi. Opinnäytetyötä aloitettaessa mittauksissa Mazakilla asetukset kestivät keskimäärin yhden tunnin ja 57 minuuttia. Kehitysten jälkeen asetusajojen keskiarvo tippui yhteen tuntiin ja 20 minuuttiin eli 37 minuutilla. Joka tarkoittaa n. 31,6 %.

## 6.2 Tulosten yhteenveto

Kaikilla pilottikoneilla saatiin kehitettyä asetusten tekoa ja tulokset näkyivät konkreettisesti aikamittauksilla, joita asetuksista tehtiin. Koska olosuhteet eivät ole täsmälleen samanlaiset voidaan kyseenalaistaa tulosten paikkaansa pitävyyttä. Kuitenkin, koska mittauksissa päästiin mielestäni hyvinkin realistisiin tuloksiin ja tulokset olivat linjassa ennen ja jälkeen kehityskohteiden, voidaan tuloksia analysoida ja pitää oikeaan viittaavina. Tuloksiin katsoen voidaan olla tyytyväisiä asetusaikojen kehitykseen ja koneistajien motivaatioon kehitysten aikana. Jatkossa on vielä mahdollisuuksia parantaa asetusten tekoa ja yritys varmasti panostaa myös jatkossa läpäisyajan kehittämiseen.

## 6.3 Opinnäytetyön yhteenveto

Mielestäni työ onnistui kohtuullisen hyvin, vaikka uuden sorvin ja tämän myötä ristiin koulutusten vuoksi ajoittain oli hankalaa saada oikeaa kuvaa asetusaikojen kestosta. Kuitenkin näiden koulutusten ansiosta pääsin itse paremmin sisälle asetusten tekoon ja paransin tietotaitojani erityisesti koneistuksen suhteen. Uusien koneenkäyttäjien koulutusten tuomat haasteet siis omalla tavallaan vaikeuttivat opinnäytetyön tekemistä, mutta tavallaan taas olivat hyödyksi itselleni. Loppujen lopuksi asetusaikoja saatiin parannettua lyhyessä ajassa, mutta löydettiin myös mahdollisuuksia parantaa asetusten tekoa pitkässä juoksussa. Voisi siis todeta, että työ onnistui kohtuullisen hyvin lähtökohtiin nähden.

## LÄHTEET

Mika Lallukka 2014. Koneistuksen perusteiden opetusmateriaalien laadinta. Opinnäytetyö

Aaltonen, K.; Andersson, P. & Kauppinen, V. 1997. Koneistustekniikat. Porvoo: WSOY Sanoma Pro.

Uusi-Rauva, E.; Haverila, M.; Kouri, I. & Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. Helsinki: Infacs johtamistekniikka Oy.

Ansaharju, T. & Maaranen, K. 1997. Koneistus. Porvoo: WSOY

Peltonen, A. 1998. Tuottava tehdas. Viitattu 12. joulukuuta 2017

<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas6.html>.

Krajewski, L. & Ritzman, L. 2005. Operations management: processes and value chains. Pearson/Prentice Ha

Lapinleimu, I.; Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Ensimmäinen painos ed. Porvoo: WSOY.

Hydoring Oy 2017. Hydoring Oy 2017. Viitattu 15.marraskuuta 2017

<http://www.hydoring.com/fin/yritys/>

Hydoring Oy 2017. Hydoring Oy 2017. Viitattu 15.marraskuuta 2017

<http://www.hydoring.com/fin/yritys/toimintahistoria/>

Harmon, R. L. & Peterson, L. D. 1990. Reinventing the factory: productivity breakthroughs in manufacturing today. New York: The Free Press. A Division of Macmillian

Uitto, J. 2015 Tuotantoajan lyhentäminen. Viitattu 9.5.2018

<http://jesseuitto.fi/tuotantoajan-lyhentaminen/>

